



UNIVERSIDAD
COMPLUTENSE
MADRID

Proyecto de Innovación y Mejora de la Calidad Docente

Convocatoria 2015

306

Ampliación y Mejora del Laboratorio Virtual de Meteorología y Clima

Belén Rodríguez de Fonseca & María Luisa Montoya Redondo

Facultad de Ciencias Físicas

Física de la Tierra, Astronomía y Astrofísica (I y II)

Objetivos propuestos en la presentación del proyecto

El Taller Virtual de Meteorología consiste en un conjunto de experimentos sencillos orientados a explicar y ayudar a comprender muchos de los procesos que tienen lugar en el océano y la atmósfera con objeto de explicar conceptos y fenómenos relacionados con la meteorología y el clima, y ayudando a discernir los mecanismos relevantes del fenómeno físico ilustrado y de su explicación.

Estos experimentos son trasladables para su utilización en el aula, donde ayudan a comprender la dinámica y la termodinámica así como la física de fluidos, sirviendo como experiencias de cátedra que ayudan a ilustrar fenómenos físicos relacionados con el contenido teórico que se imparte en la clase. Así se emplean asiduamente en asignaturas como Física de la Atmósfera en el Grado, Física de Nube y Oceanografía Física en el Máster en Meteorología y Geofísica de nuestra universidad.

Se ha pretendido además que estas experiencias puedan llegar más allá de las aulas y formar parte de talleres divulgativos. Así, este laboratorio se ha trasladado a aulas de Educación Infantil, Primaria, Secundaria y Bachillerato, donde se realizan anualmente varias visitas con el fin de llevar el conocimiento de la Física de la Atmósfera y el Océano a la educación en general. También se utiliza en la Semana de la Ciencia donde de forma ininterrumpida hemos participado desde el año 2003, suscitando un gran interés en todas las ocasiones.

El principal objetivo propuesto en este proyecto era el de avanzar en la mejora de este laboratorio virtual, con objeto de servir de herramienta docente y divulgativa, que haga llegar a la sociedad las ciencias de la atmósfera y el océano.

Todo el material escrito se encuentra compilado en la página web del Laboratorio Virtual de Meteorología y Clima (meteolab.fis.ucm.es). En esta misma página se incluye un video que muestra la experiencia en funcionamiento, una descripción del fundamento teórico, los materiales y las instrucciones de montaje. Gracias a la página web, los vídeos con las grabaciones de las experiencias pueden contemplarse sin necesidad de presencialidad, haciendo que el taller sea accesible a un gran número de internautas y que pueda integrarse en redes de mejora de la calidad docente a nivel internacional. La página web es abierta y pueden enviarse propuestas a ella de experimentos a ser evaluadas por los miembros del proyecto para ser, a continuación, implementadas y grabadas en vídeos que pueden incluirse en la página web. Los vídeos disponibles en internet, especialmente los vídeos largos con explicación, favorecen el aprendizaje autónomo en el horario y al ritmo que convenga al estudiante. La mejora de esta herramienta incluye complementar el material que se necesita para llevar a cabo las experiencias con los alumnos, incluir experiencias adicionales y traducir al inglés los contenidos de la página con objeto de llegar más allá de nuestras fronteras.

Objetivos alcanzados

La presente propuesta se ha centrado en la ampliación y mejora del Laboratorio Virtual. Como objetivos a abordar a la hora de presentar este proyecto se pretendía extender el ámbito de las experiencias, traducir la página al inglés e incluir un cuestionario. Concretamente, se han alcanzado los objetivos siguientes:

1. Se han incorporado cinco fichas adicionales:
 - Simulación de la creación de una nube en una botella.
 - Efectos del deshielo polar.
 - Procesos relacionados con la criosfera, concretamente explicando los principales sucesos de cambio climático abrupto glacial.
2. Se han traducido todas las fichas de la página web a inglés para fomentar el aprendizaje en inglés así como la difusión internacional de dicha página, con objeto de satisfacer la alta demanda de muchos colectivos docentes internacionales, así como incluir subtítulos en inglés en todas las grabaciones de las experiencias. En los últimos años la página ha tenido muchas visitas a nivel mundial, demandantes de los contenidos.
3. Se ha confeccionado un pequeño cuestionario general a descargar con preguntas de todas las experiencias.
4. Se ha aumentado la difusión del Laboratorio Virtual de Meteorología a partir de la solicitud, por parte de la *Casa Encendida* de Madrid, de los experimentos del Taller para realizar talleres, que han tenido lugar entre febrero y abril de 2016 (<http://www.lacasaencendida.es/en/node/5077>). Parte del tiempo dedicado a la mejora de este taller ha ido encaminado a esta actividad.

Al no haberse obtenido más que un 25% del presupuesto solicitado, no se han podido acometer todas las tareas propuestas, pero sí más de un 75% de las mismas, concretamente la traducción al inglés de la página y la inclusión de varios experimentos nuevos. Se deja por esta razón pendiente para el futuro la introducción de subtítulos en inglés en todas las grabaciones de las experiencias así como la elaboración de un cuestionario de evaluación para cada una de las experiencias. No obstante, se ha elaborado un cuestionario común a todas ellas.

Metodología empleada en el proyecto

Antes de la presente propuesta existía un total de 30 experimentos materialmente disponibles en los Laboratorios de Física de la Atmosfera y el Océano de los Departamentos de Física de la Tierra, Astronomía y Astrofísica I y II de la Facultad de Ciencia Físicas. Éstos abarcan tres campos que incluyen a su vez diferentes

líneas, cada una de las cuales contiene varias experiencias (ver meteolab.fis.ucm.es), a saber:

Meteorología

- Contaminación
- Precipitación y nubes
- Presión
- Óptica
- Borrasca o depresión:
- Convección
- Tornados

Clima

- Circulación extratropical y Ondas de Rossby
- Dendroclimatología
- Efecto invernadero

Océano:

- Con el agua al cuello
- El fenómeno del Niño
- Masas de agua
- Densidad del agua del mar

La presente propuesta se ha centrado en la ampliación y mejora del Laboratorio Virtual. Para ello se han incorporado cinco fichas adicionales:

- Simulación de la creación de una nube en una botella (<http://meteolab.fis.ucm.es/meteorologia/precipitacion-y-nubes>)
- Simulación de los efectos del deshielo polar (<http://meteolab.fis.ucm.es/oceano/deshielo-polar>)
- Una sección nueva relacionada con la criosfera, que incluye tres fichas: cambio climático abrupto (<http://meteolab.fis.ucm.es/criosfera/cambio-climatico-abrupto-glacial>), sucesos Dansgaard-Oeschger (<http://meteolab.fis.ucm.es/criosfera/sucesos-dansgaard-oeschger>) y sucesos Heinrich (<http://meteolab.fis.ucm.es/criosfera/sucesos-heinrich>).

La metodología seguida ha consistido en la elaboración de fichas con los fundamentos físicos que se quieren explicar con la experiencia, otra ficha con la explicación del experimento (incluyendo material) y un vídeo con la grabación de la experiencia o mostrando la simulación, según el caso.

Asimismo, se ha traducido la página web a inglés para fomentar el aprendizaje en inglés así como la difusión internacional de dicha página y satisfacer la alta demanda de muchos colectivos docentes internacionales. Para la traducción a

inglés de la página web se han distribuido las fichas entre todos los miembros del equipo.

Para la consecución de estos objetivos ha sido necesaria la adquisición de material, y la grabación de audiovisuales, lo cual ha sido posible gracias al material concedido en una convocatoria anterior.

Recursos humanos

El Laboratorio Virtual de Meteorología y Clima se creó gracias al trabajo conjunto de un grupo de profesores, alumnos de doctorado y contratados predoctorales y postdoctorales de los Departamentos de Física de la Tierra, Astronomía y Astrofísica I y II de la Facultad de Físicas de la Universidad Complutense de Madrid. En el presente proyecto han seguido participando profesores e investigadores de los departamentos de Física de la Tierra, Astronomía y Astrofísica I y II de la Facultad de Ciencias Físicas. Esto incluye:

- Profesores *senior*: Marisa Montoya, Belén Rodríguez de Fonseca, Carlos Yagüe, Encarnación Serrano, Ricardo García, Gregorio Maqueda, Jesús Fidel González Rouco, Pablo Zurita.

- Profesores e investigadores *jóvenes* (con una experiencia de a lo sumo 10 años después de haber leído la tesis): Natalia Calvo, Elsa Mohino, David Barriopedro, Irene Polo, Teresa Losada, Jorge Álvarez-Solas, Alexander Robinson, Cristina Robles.

- Investigadores jóvenes que se encuentran realizando su tesis doctoral: Marta Martín del Rey, Mariano Sastre Marugán, Ibrahima Diouf, Julián Villamayor, Froila M. Palmeiro Núñez, Maddalena Iza San Juan, Rubén Banderas Carreño, Laura Fernández Donado, Jorge López Parages, Iñigo Gomara Cardalliaguet, Edmundo Santolaria Canales, Etor Emanuel Lucio Eceiza, Carlos Román, Jesús Ángel Barroso, Adelaida Díaz, Jon Ander Arrilaga, Roberto Suárez

Desarrollo de las actividades

Las actividades que se han desarrollado para llevar a cabo el proyecto incluyen:

- Reuniones con los miembros del proyecto para coordinar la traducción de las fichas y su inclusión en la web.
- Inventario del material disponible y compra de material necesario.
- Realización y/o grabación de los vídeos y su posterior montaje e inclusión en la web.

Además, se han realizado actividades para fomentar la visibilidad del laboratorio, que incluyen:

- Realización de los experimentos a 5 alumnos de 4º de la ESO (programa ESO-Empresa). Se trata de una iniciativa de la Facultad de Ciencias Físicas en la que varios alumnos de la ESO se aproximan al mundo de la física visitando la facultad y realizando varias experiencias. En este caso se le explicó el funcionamiento de las ondas en la atmósfera, basado en la conservación del momento angular mediante el experimento de Circulación extratropical y Ondas de Rossby. Asimismo se les explicó la ecuación de Bernoulli mediante el tunel de viento y la circulación oceánica mediante diversas experiencias cambiando la densidad del agua.
- Realización de los experimentos en el colegio Nuestra Señora de Guadalupe. Un grupo reducido de miembros de Meteolab se trasladó a este colegio de educación primaria. Se hicieron grupos de 20 niños por experiencia en diferentes aulas, con un total de 4 aulas y 80 alumnos de dos cursos (tercero y cuarto de primaria). Las cuatro experiencias se centraron en óptica atmosférica, precipitación, presión atmosférica y densidad. El grupo se trasladó al colegio con el material que se tiene disponible.
- Realización de tres talleres en la Casa Encendida (<http://www.lacasaencendida.es/cursos/para-ninos/experimentos-caseros-para-entender-la-atmosfera-y-oceano-abril-5077>) . Estos han tenido lugar entre febrero y abril de 2016. Parte del tiempo dedicado a la mejora de este taller ha ido encaminado a esta actividad. Cuatro miembros de *meteolab* se trasladaron a la Casa Encendida para llevar a cabo las actividades en tres grupos de ocho niños cada uno. La Casa Encendida facilitó un aula y el material desechable necesario. Las experiencias que se hicieron fueron las relacionadas con : nubes y precipitación (convección, tornado, nube en una botella); papel de la salinidad y la temperatura en la densidad del agua del mar, masas de agua); presión (huevo en una botella, recipientes que no se separan y vela que asciende por un vaso). Los tres días el taller tuvo 100% de asistencia, con un resultado óptimo en las encuestas de satisfacción. Estos talleres se encuentran anunciados incluso dentro del Ministerio de Agricultura (<http://www.magrama.gob.es/es/ceneam/formacion-ambiental/congresos/04-experimentos-caseros-atmosfera.aspx>)

Anexos

La página web del Laboratorio Virtual de Meteorología y Clima se encuentra en:
<http://meteolab.fis.ucm.es>